

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 23-170

補助事業名 平成23年度 極微小機械部品の可動部製作技術の開発 補助事業

補助事業者名 東北大学 大学院工学研究科 准教授 金森 義明

1 補助事業の概要

(1) 事業の目的

機械構造が極微小になると、従来のウェットプロセスによるエッチング（犠牲層エッチング）で可動部を製作しようとする、水分の表面張力による構造体同士の張り付きが生じ、歩留まりが低くなる。そのため、ドライプロセスによる犠牲層エッチングが望まれる。本事業では、製作困難な極微小可動部品の新しい製作技術として、水素雰囲気中での低真空アニールによるシリコン酸化膜除去の減少を製作プロセスに応用する。本アニールでは、シリコン表面原子の拡散により加工面の粗さも低減することができる。高い歩留りで小型・高性能な微小機械部品の製作を目指す。

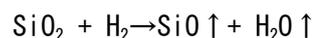
(2) 実施内容

極微小機械部品の可動部製作技術の開発に関する研究
(<http://www.hane.mech.tohoku.ac.jp/Research%20Introduction/Nano2.html>)

・水素アニール処理の効果

高温状態におけるSi結晶表面では、原子の表面自己拡散が活発になることが知られており、近年、水素雰囲気中でも原子の表面自己拡散が起こることが報告されている。水素アニールにおける水素の役割は未だ完全には解明されていないが、最近の研究で、水素アニール中の水素の役割について、Si表面の酸化膜を除去し、Si表面を水素終端することで、清浄なSi表面を得られるという報告がなされている。清浄なSi表面原子は、表面エネルギーが高い凸部分から、表面エネルギーが低い凹部分へ、つまりエネルギー的に安定な方向へと拡散し、やがて平坦になる。アニール条件を探ることにより、シリコン構造体を平坦化することなく（形を保持したまま）、微細加工時に形成された加工荒れのみを除去することができる。

また、SiO₂と水素は、高温条件下で以下の反応を起こすことが知られている。

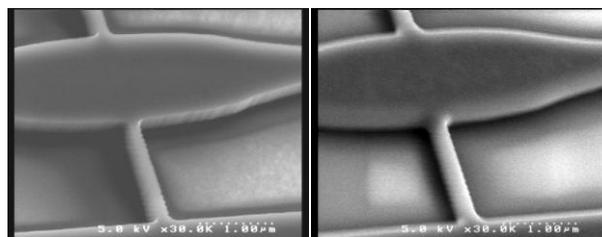


この反応はSiとSiO₂の界面で活発に起こり、Silicon on insulator (SOI) 構造のBuried Oxide (BOX) 層をエッチング除去し、デバイス層に形成された構造を自立させ、可動部品を作ることができる。

・製作および評価

デバイスはSOIウエハ上に製作する。SOIウエハ各層の厚みは、トップSi層340nm、BOX層(SiO₂) 2μm、Si基板625μmである。トップSi層に微細構造を製作し、BOX層のSiO₂を犠牲層としてエッチングすることで自立構造とする。まず、2cm角に切断したSOIウエハにレジストをスピコートして電子線描画装置(EB)で描画し、微細構造パターンを描画する。EBを使用することにより、ナノオーダーのパターンをレジストに描画することが出来る。次に、高速原子線(FAB)加工装置でトップSi層をエッチングして、レジストのパターンを転写する。続いて、O₂プラズマアッシング装置を用いてレジストを除去する。その後、RCA洗浄によりサンプル表面の有機物を取り除いた後、水素アニール処理を行う。

図1(a)、1(b)に水素アニール前後の微細構造のSEM像を示す。図1(a)からFAB加工によって加工側面に筋状のラフネスが形成されていることがわかる。図1(b)は水素アニール条件出しの際に最もラフネスを除去することができた条件を用いて水素アニール処理を施した後のSEM像である。アニール処理ではガス種、圧力、温度、時間をパラメータとして適切な処理条件を探った。図1(b)から、加工側面のラフネスが除去され、微細構造下部がエッチングされて隙間が空いていることがわかる。



(a) 水素アニール前 (b) 水素アニール後

図1 Si微細構造のSEM像

2 予想される事業実施効果

本研究で得られた技術を用いて開発されたMEMSデバイスの報告件数が補助事業終了後、増加することが予想される。

3 本事業により作成した印刷物等

- 1) 佐藤裕一、金森義明、羽根一博、水素アニールによるSiエッチング加工面のラフネス低減、平成23年度電気学会E部門総合研究会資料、(2011) pp. 43~46
- 2) 佐藤裕一、金森義明、羽根一博、高温真空アニールによるSi 深掘りエッチング面の平滑化と雰囲気ガスの影響、第72 回応用物理学会学術講演会講演予稿集、(2011)p. 22-011 (DVDで配布)

4 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 東北大学大学院工学研究科 (トウホクダイガク ダイガクインコウ
ガクケンキュウカ)

住 所： 980-8579

宮城県仙台市青葉区荒巻青葉6-6-01

代表研究者： 准教授 金森 義明 (カナモリ ヨシアキ)

担当部署： 金森研究室 (カナモリケンキュウシツ)

URL： <http://www.hane.mech.tohoku.ac.jp/>